

La cooperación en los procesos de transferencia de conocimiento científico-tecnológico en México. Una evidencia empírica

Víctor Feria

Antonio Hidalgo

RESUMEN: La relación en los procesos de transferencia de conocimiento (TC) entre la ciencia y el sector productivo se ha vuelto menos fortuita y más sistémica. Sin embargo, aunque existen muchas maneras de llevar a cabo la TC entre las empresas y las universidades, aún existe poco entendimiento acerca de estos mecanismos. Esta publicación presenta los resultados del análisis enfocado en la transferencia de conocimiento científico-tecnológico en cuatro empresas mexicanas, y llevado a cabo bajo el enfoque del estudio de casos. El análisis destaca el uso de los mecanismos de TC por las empresas como un medio de obtención de conocimiento científico-tecnológico, construcción de capacidades científico-tecnológicas, y alcance de los resultados de la I+D e innovación.

PALABRAS CLAVE: transferencia de conocimiento, gestión tecnológica, estudio de casos, fuentes y técnicas para la innovación, mecanismos de cooperación.

Introducción

Los grandes avances económicos realizados en los últimos años en diferentes países se encuentran íntimamente relacionados con los procesos de innovación y generación de conocimiento. Sin embargo, no es simplemente la creación de nuevo conocimiento lo que cuenta, sino el flujo de tal conocimiento del ámbito científico al ámbito empresarial-industrial y las capacidades de los mismos para absorber y transferir dicho conocimiento. Así, el reconocimiento de la naturaleza interactiva de los procesos innovadores ha resultado en la diferenciación temprana entre la innovación (producción del conocimiento) y la difusión (flujo del conocimiento).

Desde el punto de vista de la transferencia de conocimiento (TC) es justamente esta naturaleza interactiva de la innovación la que lleva a la percepción del papel fundamental de los vínculos entre el sistema de producción de conocimientos y el de producción de bienes (Tang *et al.*, 2010). De hecho, desde hace un par de décadas han sido numerosos los estudios e informes que se han generado, desde diversas perspectivas y por diversos tipos de instituciones, sobre la necesidad de una estrecha cooperación entre la universidad y la empresa, señalándose las formas, ventajas y barreras actuales existentes (Link y Siegel, 2005; Numprasertchai *et al.*, 2009).

Desde esta perspectiva, los sistemas nacionales de innovación (SNI) operan a través de la introducción de conocimiento en la economía y mediante una serie de organizaciones interconectadas (empresas, universidades y gobierno) (Lundvall, 1992; Nelson, 1993; Etzkowitz y Leydesdorff, 1997).

En México, una evidencia sobre el vacío existente entre la generación del conocimiento y la transformación y aplicación del mismo se da a través de observar que gran parte de la limitada inversión en ciencia y tecnología (CyT) y transferencia de conocimiento (TC) por parte de las empresas ha sido llevada a cabo con la compra de bienes de capital, de productos tecnológicos para resolver problemas a corto plazo, y, en menor grado, de *know-how* y conocimiento científico (Casalet y Casas, 1997). De hecho, en el sistema de ciencia, tecnología e innovación en México es posible identificar un vacío entre la generación del conocimiento y la transformación y aplicación del mismo, pues, si bien desde el enfoque de los sistemas nacionales de innovación el sector industrial es el agente principal, en el caso de México dicho agente es uno de los eslabones más débiles del mismo SNI.

En este sentido, aunque la Encuesta Nacional de Innovación 2006 muestra un notable despunte en la distribución de los gastos de innovación al observarse una reducción en la adquisición de maquinaria y equipo (21,8%) y un aumento en la I+DT (26,7 %), y el ingreso por productos tecnológicamente mejorados (15,5%), el número de empresas innovadoras se redujo en un 0,7% con respecto a la encuesta 2001 (Conacyt, 2007). Dicha situación se presenta como reciente, pues de acuerdo con la encuesta llevada a cabo mediante el Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004 (Inegi, 2004), las empresas en general destinaban pocos recursos a la innovación y al desarrollo tecnológico. Tal situación se refleja aún en la precariedad o inexistencia de infraestructura y en la escasez de recursos humanos para la I+D en las empresas. Las pautas de innovación se enfocaban poco hacia la creación de tecnología propia (Conacyt, 2007).

Más aún, pese a que para el año 2003 existe un aparente crecimiento en el porcentaje de las empresas que invierten en la creación de nuevos productos (34,3%) y la mejora de procesos (54,7%) en comparación a los indicadores del año 2001 (19,2% y 16,6%, respectivamente), por la contraparte la encuesta reciente (2006) no muestra datos relativos a la creación de nuevos productos y la mejora de procesos, entre otros indicadores. No obstante, el indicador referente al número de empresas que invierten en el desarrollo de productos o procesos, con el fin de sustituir el pago de patentes y licencias como un indicador de las empresas

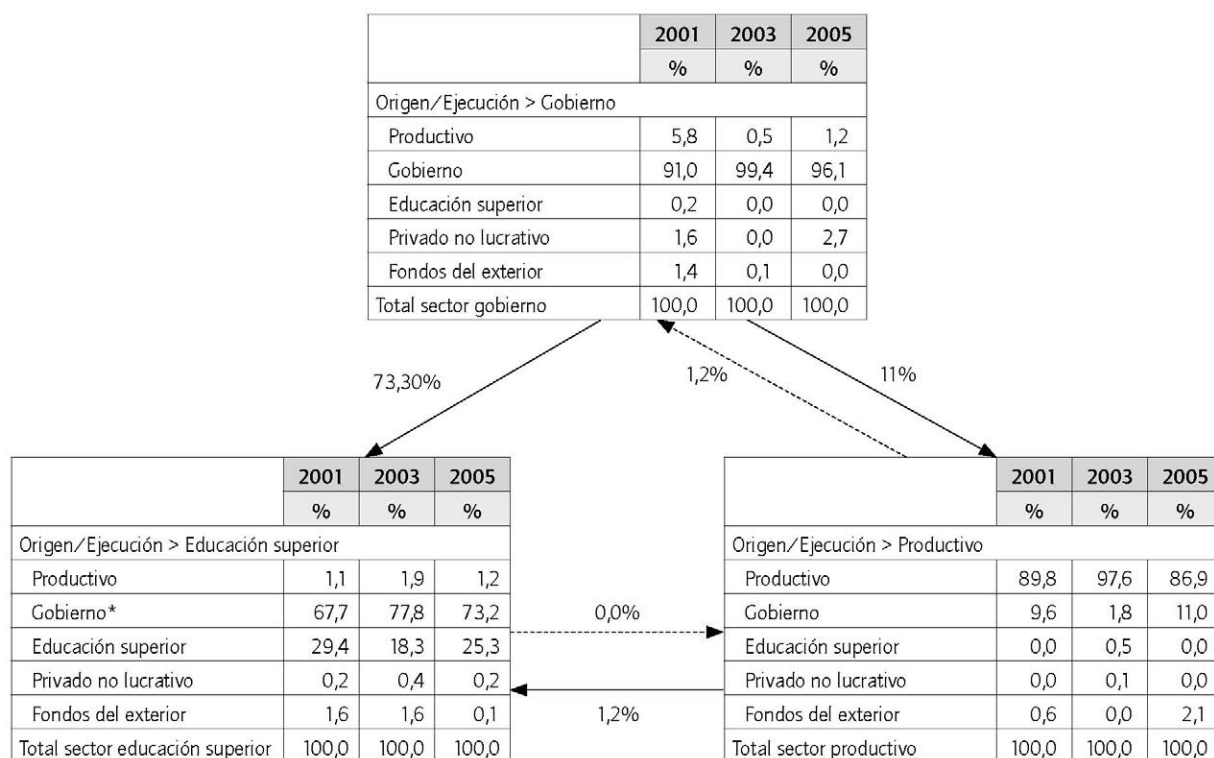
innovadoras (6,8%), muestra un pobre desempeño y un bajo esfuerzo de las empresas por desarrollar productos con un alto contenido tecnológico (Conacyt, 2007).

La problemática anterior puede ser verificada al observar las bajas cifras en el número de patentes nacionales concedidas durante varios años (IMPI, 2007). Aunque el número de patentes nacionales solicitadas ha ido en aumento, por el contrario, el porcentaje de patentes concedidas ha ido disminuyendo. La situación se complica si se sitúa dicho contexto en el ámbito internacional al citar cifras de patentes otorgadas para el año 2000 y el año 2006 a países tales como Estados Unidos (3.158 y 5.180) y Japón (243 y 387). Dichos países no solo las duplican, sino que en el caso de Estados Unidos las multiplican (IMPI, 2007).

En las interacciones mantenidas (en calidad e intensidad) por los diferentes elementos pertenecientes al SNI se puede dar una idea del nivel de "sistematicidad" que mantiene este. En este sentido, para el caso del SNI en México, la información disponible acerca de este tipo de información es limitada. De hecho, los estudios realizados para la obtención de este tipo de indicadores son muy limitados, y en general los esfuerzos por mejorar la interacción entre todos los elementos del SNI en México han sido pocos y muy recientes. Entre los pocos estudios realizados en México que pueden ser citados se encuentran: *Un diagnóstico sobre la vinculación universidad - empresa* (Casalet y Casas, 1997), y la *Encuesta Nacional de Innovación 2001* (Conacyt, 2001). En general, la línea seguida a través del tiempo por los centros de investigación tanto universitarios como públicos en México ha sido proveer recursos humanos a las organizaciones, manteniéndose como un mero espectador del desarrollo industrial y económico del país. Pese a que existe cierta evidencia del problema al respecto, tales como la orientación general de los centros de investigación hacia la ciencia básica y la consecuencia de no llegar a cubrir una necesidad específica del país, las razones subyacentes a estos y otros hechos siguen quedando sin explicación. El ámbito científico no solo está limitado al alcance de la ciencia básica; existen por lo menos igual número de centros de investigación dedicados a la investigación aplicada y al desarrollo tecnológico (Conacyt, 2007).

Dada la escasez de estudios en México acerca del tema, un intento por aproximarse al nivel de dichas interacciones entre los ámbitos del sistema se logra analizando el porcentaje de gastos en actividades de I+D que es financiado por cada uno de los agentes (figura 1). Se observa que para diferentes años, el gasto en I+D financiado por el sector productivo y ejecutado por el sector educativo no ha superado en promedio el 2% del mismo; en general, el

FIGURA 1. Las interacciones dentro del SIN en México.



*Incluye fondos del gobierno a universidades públicas

Fuente: Conacyt, 2007.

gobierno ha financiado casi el 75% de las actividades investigadoras de dicho sector, mientras que el mismo sector educativo ha financiado solamente poco más del 25% de sus actividades en I+D.

De igual manera, se puede observar que el nivel de interacción entre los diferentes ámbitos citados es casi nulo, pues del 100% del gasto en I+D ejecutado por el gobierno (fondos mixtos, fondos sectoriales, fondo de economía, etc.), el sector productivo solo ha contribuido con poco más del 1% del mismo; es decir, la interacción entre los CPI y las empresas es prácticamente inexistente. Esto puede ser verificado al observar el porcentaje de la distribución

presupuestal por parte del gobierno federal entre los diferentes fondos constituidos (cuadro 1).

De todos los fondos y programas constituidos (fondo de economía, fondo emprendedores, fondo de garantías y el programa Avance, además de algunos proyectos de los fondos sectoriales) solo el 16,2% incluye proyectos vinculados a las empresas (Conacyt, 2006).

Tales evidencias permiten afirmar que se está hablando de una debilidad en la TC entre el ámbito científico y el ámbito empresarial-industrial. Por tanto, el propósito de esta publicación es el de contribuir al estudio de la TC en México, basados en las siguientes preguntas de investigación:

CUADRO 1. Distribución presupuestal de los fondos.

Fondo	%	Fondo	%	Fondo	%
Sectorial	58,7	Mixtos	19,8	Institucional	21,5
Distribución					
SEP-Conacyt	31,0	Chiapas	1,5	Fondo Emprendedores	1,7
Semarnat	3,6	Guanajuato	2,0	Fondo de garantías	0,6
Economía	7,4	Michoacán	1,0	Repatriaciones	2,9
Salud	5,8	Nuevo León	2,8	Posgrados3	2,1
Semar	1,8	Tabasco	1,4	Proyectos NSF	0,3
Sagarpa	3,4	Tamaulipas	1,0	Otros fondos institucionales	4,3
CFE	1,0	Zacatecas	1,6	Avance - Esc. de Negocios	0,3
Otros	5,0	Otros	8,5	Avance - Última Milla	9,2

Fuente: Conacyt, 2006.

¿Cuáles son los mecanismos actuales que emplea el ámbito industrial para hacerse de los resultados obtenidos en los centros de investigación? ¿Qué factores han influido en aquellas empresas que han aplicado mecanismos de cooperación y TC obteniendo resultados exitosos?

El presente estudio está estructurado de la siguiente forma: en la segunda parte se describe el marco teórico del tema abordado. La tercera sección aborda el enfoque metodológico seguido y el diseño de la investigación, y en la cuarta parte se describen los hallazgos obtenidos. Finalmente, en la última parte se presentan las conclusiones.

La importancia de la cooperación y TC Universidad-Empresa

Los países industriales de hoy en día experimentan procesos que tienden a formar sus sociedades e industrias en economías basadas en el conocimiento (EBC). En este desarrollo, el flujo de bienes en la mayoría de los campos económicos ha sido sustituido paulatinamente por el flujo de conocimiento e información. Por tanto, y debido a la cada vez más intensa competencia internacional, los países y las regiones son apremiados a mejorar sus capacidades de generar rápidamente y difundir el conocimiento (Fisher, 2001; Gyeung-Min y Eun-Sook, 2008). En línea con lo anterior, y desde el punto de vista de la cooperación, es justamente esta naturaleza sistémica e interactiva de la innovación la que ha llevado a la percepción del papel fundamental de los vínculos entre el sistema de producción de conocimientos y el de producción de bienes. En consecuencia, la relación entre la ciencia y actividad productiva se ha vuelto cada vez menos casual y más sistémica.

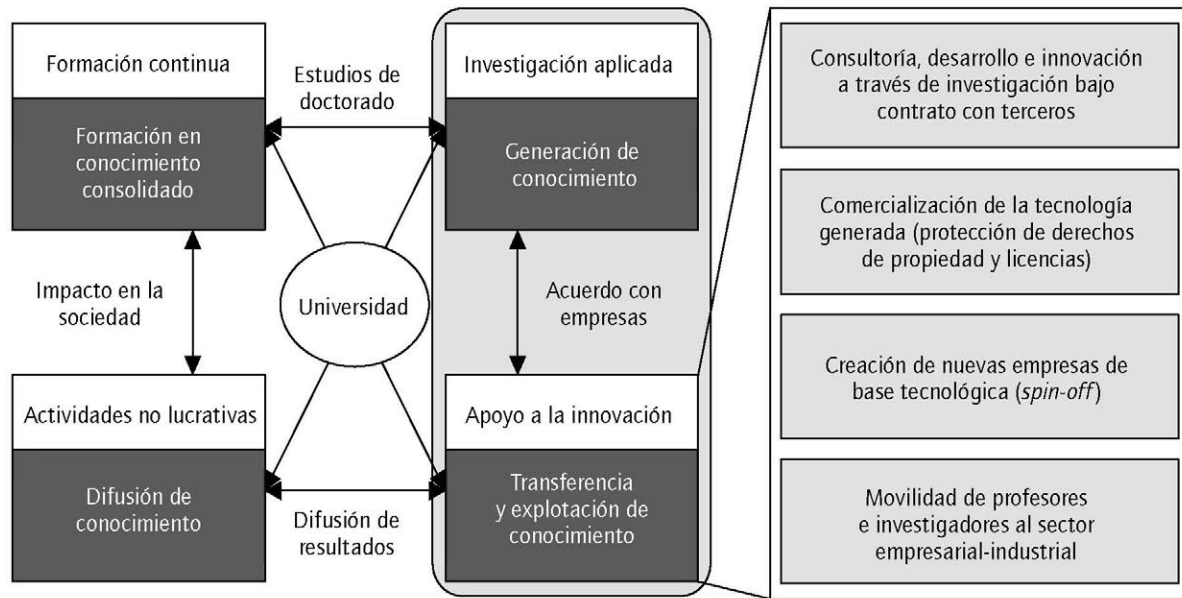
Mientras que en un mundo de creciente competencia y rápidos cambios tecnológicos el acceso al conocimiento externo, la experiencia y la investigación vanguardista proveen un incentivo para que una empresa busque la colaboración con los centros de investigación (Kess *et al.*, 2008), para la universidad el interés por la colaboración es estimulada por factores tales como las presiones financieras (el valor económico de la investigación pública y la búsqueda de co-financiadores del sector privado), y el interés de los investigadores universitarios en valorizar los resultados de su propio trabajo son relevantes y son aplicados en la industria (Feldman y Bercovitz, 2006). No obstante, en el ámbito de las empresas también hay factores que facilitan o dificultan su capacidad para innovar y cooperar con otros actores —entre ellos, las universidades— en este proceso: no todas las empresas están igualmente preparadas para colaborar con las universidades ni dispuestas a hacerlo.

La mayor o menor facilidad que tienen las empresas para cooperar con universidades depende de características tales como: tamaño, sector de actividad, capacitación técnica y actitud ante la innovación. Cohen *et al.* (2002) demuestran la variedad de mecanismos usados por las empresas para acceder e interactuar con el sistema universitario. El estudio indica que la investigación pública es utilizada no solo para impulsar la generación de nuevas ideas, sino también para ayudar a completar los proyectos de I+D existentes. De acuerdo con Hidalgo y León (2006), las empresas participan en todas las funciones de la universidad pero de diferentes formas:

- En las actividades de formación, financiando, organizando o proporcionando expertos en cursos o seminarios adaptados a sus necesidades específicas o colaborando en programas de movilidad de profesores y alumnos y de su propio personal técnico.
- En la actividad de generación de conocimiento, financiando o colaborando en proyectos de investigación. Este apoyo se lleva a cabo normalmente a través de esquemas de investigación bajo contrato, alianzas estratégicas conducentes al apoyo a largo plazo de determinadas líneas de investigación (por ejemplo, creando centros conjuntos de I+D) o a través de la creación de *spin-offs*.
- Finalmente, algunos acuerdos de las universidades con fundaciones privadas u otras organizaciones no lucrativas pueden apoyar la difusión de resultados a la sociedad.

En este sentido, son muchas las vías o modos de interactuar que pueden adoptar las empresas y las universidades para realizar la transferencia tecnológica o de conocimiento (Al-Agtash y Al-Fahoum, 2008). En la literatura empírica acerca de las diferentes formas de transferir la tecnología y el conocimiento se pueden encontrar diferentes "formas" (Bozeman, 2000; Scharfetter *et al.*, 2001; Santoro y Chakrabarti, 2002). La elección de una u otra dependerá del sector, de las circunstancias de cada país y del tipo de tecnología o conocimiento. Esto significa que para realizar apropiadamente la transferencia del conocimiento se requiere alinear tanto el tipo de conocimiento como la tarea prevista (Nadler y Tushman, 1999; O'Sullivan *et al.*, 2007), y de hecho la transferencia de conocimiento entre las empresas y las universidades (e incluso entre otras organizaciones) se da a través de diferentes tipos de actividades. De alguna manera dichas actividades muestran algún grado tanto de componente "tácito" como "codificado"; por ejemplo, para transferir el conocimiento tácito es esencial el contacto personal, mientras que para el conocimiento codificado no lo es. Sin embargo, el conocimiento codificado

FIGURA 2. Actividades de cooperación y TC relacionadas con la tercera misión de la universidad.



Fuente: Hidalgo y León (2006).

es más fácil de medir y, por tanto, altamente destacado por la mayoría de la literatura empírica; por el contrario, el conocimiento tácito parece ser el más importante para la transferencia tanto de tecnología como de conocimiento. La situación planteada lleva necesariamente a asumir la tercera misión de la universidad (generación, transferencia y explotación del conocimiento), y a hacer énfasis en la diferenciación de los mecanismos a través de los cuales es posible cumplir dicha misión en relación con las empresas (Hidalgo y León, 2006; Gulbrandsen y Slipersæter, 2007; Montesinos *et al.*, 2008) (figura 2).

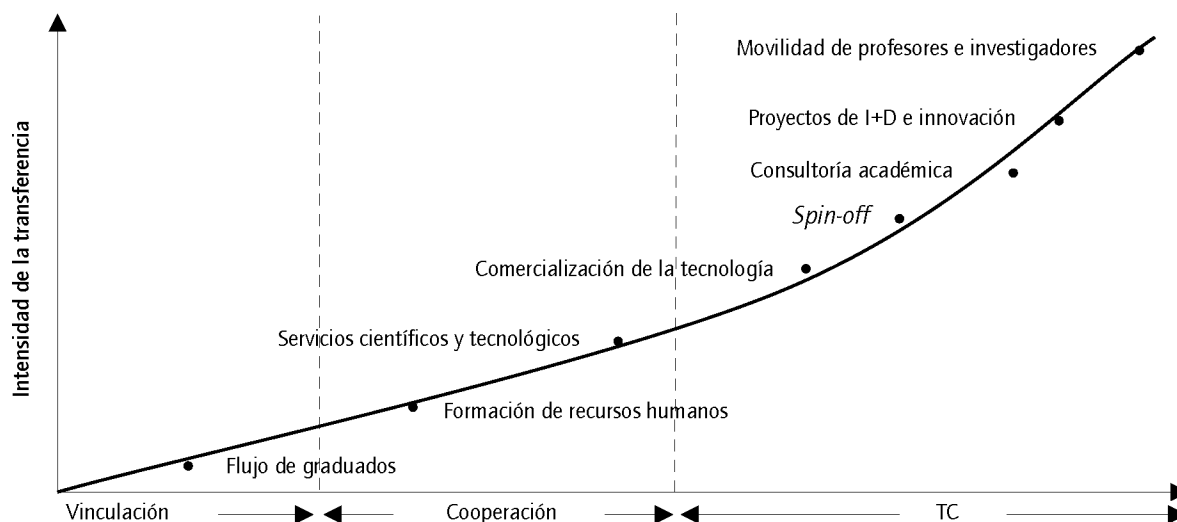
El desarrollo de las formas de interacción de la universidad con las empresas y, en general, con la sociedad, ha sido determinado por la visión que se tenga del proceso mismo de la interacción (vinculación, cooperación o TC). Así, la vinculación encontró sus raíces en el modelo lineal del proceso de innovación, de tal forma que el ámbito de la relación se tomó como un problema de oferta y demanda. Inicialmente, la relación era de un solo sentido y estaba condicionada por los servicios que en materia de capacitación y formación pudiera ofrecer la universidad (la formación y la investigación básica). De esta manera, por medio de estos mecanismos las universidades apoyaban el desarrollo del sector productivo y sus regiones, obteniendo beneficios indirectos derivados del financiamiento del gobierno y dependiendo de los impuestos empresariales.

Más tarde aparecieron los mecanismos de cooperación bidireccionales con beneficios directos para ambas partes,

haciéndose la relación entre los actores más estrecha. Se mantiene el enfoque inicial de oferta y demanda pero con ciertos cambios importantes; los servicios de los centros de investigación se orientan más hacia las necesidades del sector productivo y del Estado, ganando mayor relevancia en el contexto socioeconómico. Así, los centros de investigación comienzan a crecer en servicios basados en conocimiento (científico y tecnológico), y las empresas empiezan a actuar como demandantes al usar dichos recursos y tomar ventaja del entorno tecnológico.

Finalmente, con la aparición de los modelos interactivos y el reconocimiento de la importancia de la cooperación con el entorno, surgen otros esquemas de cooperación basados en la transferencia de conocimiento, los cuales tienen la virtud de acercar más a los actores y acortar las diferencias entre unos y otros. Estos mecanismos son una evolución de las relaciones basadas en la oferta y la demanda hacia otras actividades enfocadas en acciones de cooperación mutua, que, de manera conjunta, daban solución a problemas concretos y permitían valorar los resultados científicos y tecnológicos. De esta forma, las universidades incursionan en el campo empresarial con iniciativas comerciales para sus investigaciones, y las empresas se acercan al campo de la investigación y a la generación de conocimientos. Ejemplos de los nuevos esquemas de cooperación son las incubadoras de empresas, los proyectos conjuntos de innovación, los centros mixtos de investigación, los parques tecnológicos, las empresas conjuntas *joint venture* (figura 3).

FIGURA 3. De la vinculación a la TC.



Fuente: elaboración propia.

Metodología de la investigación

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo a través del enfoque denominado estudio de casos. Se aplica bajo el mencionado enfoque, por ser un método que ayuda a comprender con profundidad las dinámicas presentes dentro de escenarios individuales y a descubrir nuevas y complejas relaciones y conceptos (Eisenhardt, 1989; Yin, 1994; Rodríguez *et al.*, 1999; Worley y Doolen, 2006). Los estudios de casos como ejemplos reales de la experiencia de las organizaciones son capaces de mostrar sus propias historias sobre el desarrollo del cambio en la práctica y de cómo el contenido, el contexto y las políticas de cambio interactúan (Dawson, 1997). Yin (1994) define el término como una pregunta empírica que "investiga un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto en la vida real, cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes, en el cual se utilizan múltiples fuentes de evidencia".

Con el fin de responder a las preguntas de investigación planteadas en la primera sección, el alcance de la investigación se delimitó al contexto de cuatro empresas mexicanas con experiencia en la TC, pertenecientes a diferentes sectores industriales, y ubicadas en diferentes regiones geográficas. La selección de estas empresas fue motivada por el hecho de que cada una presenta un diferente perfil desde la perspectiva de la TC, el cual ayuda a diferenciar los mecanismos utilizados y la efectividad en su uso, así como su capacidad para generar conocimiento (cuadro 2).

La información obtenida de cada empresa es de dos tipos: información primaria, obtenida a través de entrevistas personales mediante un cuestionario diseñado para tal fin,

o información secundaria, alcanzada de una variedad de recursos (reportes anuales, documentos internos, etc.). La comparación de los cuatro casos de estudio se sustenta en el hecho de que, habiéndose obtenido los datos de cada organización (en donde la organización es la unidad de análisis) y siguiendo un proceso iterativo (entre datos cualitativos y cuantitativos), dicho análisis ha permitido entender el funcionamiento de cada organización e identificar sus similitudes y diferencias. De esta manera, los objetivos del análisis comparativo apuntan a enriquecer los resultados obtenidos de cada uno de los casos, al analizar el total de los datos de formas diversas y construir una cadena de evidencia lógica con el fin de comparar los resultados logrados con la literatura existente (Eisenhardt, 1989). Las evidencias reflejan el surgimiento de una nueva forma de ver y comprender los resultados obtenidos, permitiendo identificar aquellos factores que son clave (positiva y negativamente) en los procesos de TC.

Dicha metodología ha sido utilizada por diversos autores, entre los que destaca Cobbenhagen (2000). Este autor, en su investigación acerca de la gestión de la innovación en Pyme, encuentra que el conocimiento acerca de los factores que subyacen a las organizaciones innovadoras no puede ser obtenido solamente a través de la recolección o medición de "datos duros" (gastos de I+D, datos financieros, tiempos de producción, número de innovaciones). El conocimiento se encuentra dentro de la información obtenida, la cual se deriva de la percepción y el significado de estas cifras, y de las características y los procesos organizacionales más difusos que le permiten a una organización ser exitosa durante un prolongado periodo de tiempo.

CUADRO 2. Empresas analizadas.

Silanes (1943)	Mabe (1946)	Sycsa (1964)	Streger (1966)
Como farmacéutica, en 1995 impulsa el uso de la bio-tecnología y la medicina genómica. En 1990, se funda el Instituto Bioclón, creador de la tercera generación de antivenenos basados en fabo-terápicos con tecnología 100% propia. Bioclón mantiene alianzas con las principales instituciones educativas y sus centros públicos de investigación, así como Convenios con organismos públicos y privados de salud a nivel nacional e internacional.	Manufactura aparatos electrodomésticos y línea blanca. En 1994, se funda en Querétaro el Centro de Tecnología y Proyectos (CTyP) desde donde se analizan y se gestionan todos los proyectos de I+D e innovación. Además, mantiene acuerdos de cooperación y TC con diversos centros de investigación (públicos y privados) y empresas (socios, clientes, proveedores) a nivel nacional e internacional.	Fabrica y distribuye equipos para el manejo, almacenamiento y transporte de materiales a granel. En el año 2003 funda el Centro de Desarrollo Tecnológico Romualdo Sycsa Armendáriz (CDT-RTA), cuyo objetivo es la generación de tecnología aplicada de alto valor e innovación, estableciendo redes de conocimiento y alianzas estratégicas.	Produce, manufactura y distribuye productos químicos y farmacéuticos. Para desarrollar nuevos productos o procesos, el laboratorio de desarrollo de productos y el departamento de control de calidad establecen vínculos con centros de investigación externos, fomentando la adquisición de conocimiento con base en capacitación del personal y la adquisición de software acorde a las necesidades detectadas.

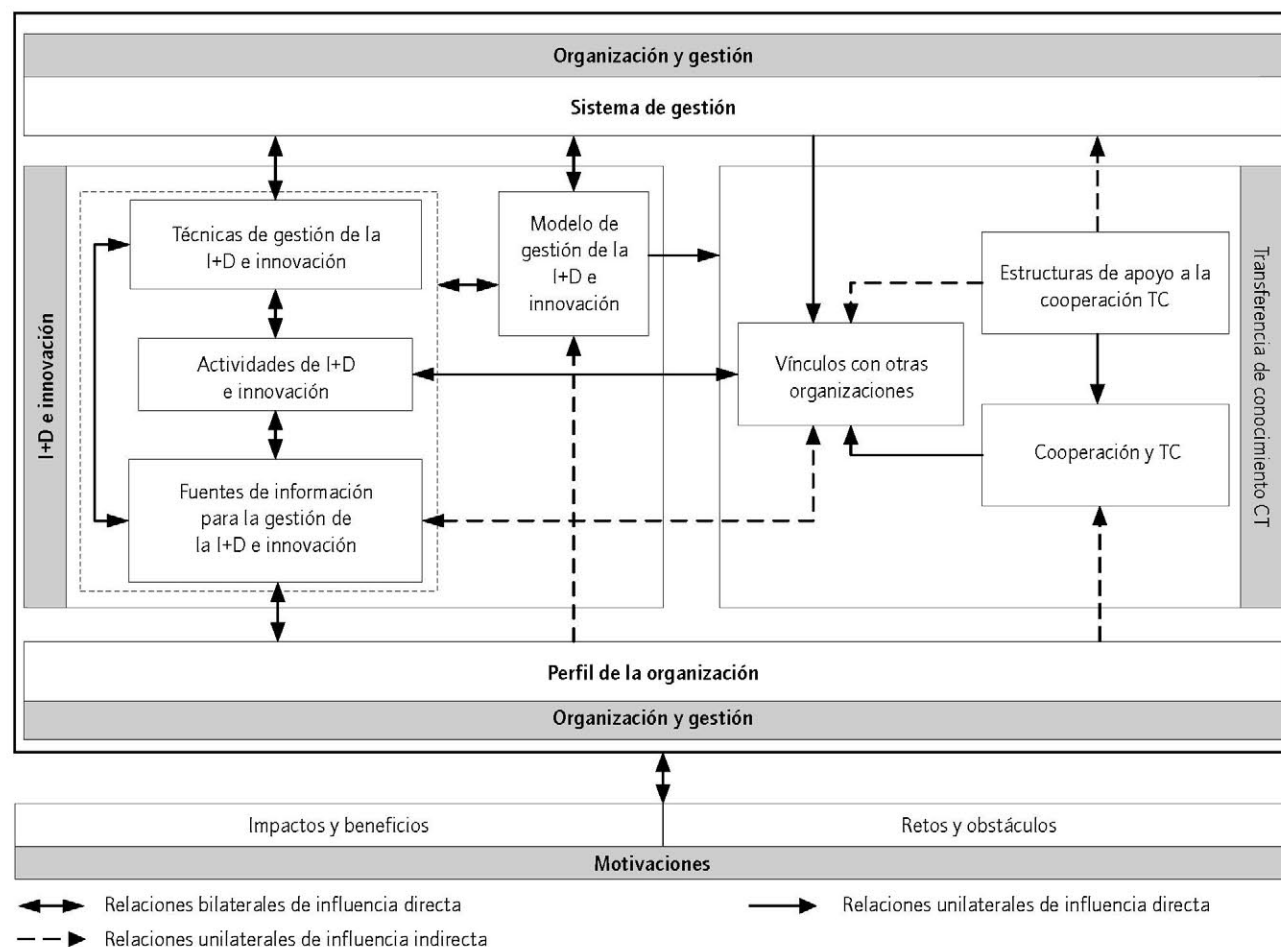
Fuente: elaboración propia.

Hallazgos

El análisis en profundidad de los diversos factores que subyacen a los procesos de TC muestra que aquellas empresas que han tenido éxito en dichos procesos, vía cooperación con centros de investigación externos, cuentan con diversas

características distintivas que facilitan u obstaculizan dichos procesos de TC. De esta manera, el establecimiento de los acuerdos de cooperación en las empresas analizadas es usualmente el resultado de la combinación sinérgica de dichos aspectos (figura 4), los cuales incluyen: organizacionales y de gestión (características organizacionales

FIGURA 4. Factores determinantes en los procesos de cooperación y TC.



Fuente: elaboración propia.

y sistema de gestión), investigación, desarrollo e innovación (actividades de I+D e innovación, fuentes de información, técnicas de gestión y modelos de gestión tecnológica), transferencia de conocimiento científico-tecnológico (vínculos con otras organizaciones, mecanismos de TC y estructuras de apoyo a la cooperación), y motivaciones (impactos y beneficios, retos y obstáculos).

Organización y gestión

Características organizacionales

Las características organizacionales de las empresas analizadas muestran el grado de madurez organizacional desarrollado a lo largo de toda su trayectoria. Tales aspectos apuntan a ser inicialmente parte de los factores determinantes en la gestión de los procesos de I+D e innovación y del desarrollo de la base de conocimiento de cada una de las empresas. La gran heterogeneidad de las empresas es mostrada por los diversos resultados encontrados y analizados, tales como: tamaño, sector industrial, nivel tecnológico de la región, enfoque organizacional, sector tecnológico, y la variedad de productos y servicios que estas ofrecen (figura 5).

De hecho, la intensidad en el desarrollo de la I+D que realizan las empresas viene en gran medida determinada por el sector industrial al cual pertenecen. Otros factores tales

como el origen y el nivel tecnológico de la región parecen desempeñar un papel igualmente fundamental en la configuración de las mismas. Si bien el origen se encuentra determinado por la demanda o las necesidades del mercado, el nivel tecnológico de la región geográfica sobre la cual se encuentran ubicadas ha resultado ser un factor clave, al favorecer la creación de un ambiente innovador y propicio para el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas de las mismas. Ryhammar y Smith (1999) en sus estudios encuentran una asociación directa entre el funcionamiento innovador de las organizaciones y lo que denominan la "apertura/diversidad" como un factor determinante en los procesos de cooperación externa, voluntad para adoptar nuevas técnicas o modelos, cooperación interna, número de actividades realizadas o productos desarrollados.

Cada uno de estos factores ha contribuido a configurar una cultura particular para cada empresa. Al mismo tiempo, la cultura ha tenido una importante influencia sobre el resto de los procesos científicos y tecnológicos llevados a cabo dentro de dichas empresas. La cultura interactúa (al influir y ser influida) constantemente con el resto de los procesos de las empresas analizadas. Asimismo, la antigüedad (en forma de experiencia) ha permitido configurar el orden de todas las empresas analizadas, al evolucionar de las típicas estructuras jerárquicas hacia estructuras más avanzadas de organización. Esto, además, ha hecho posible ampliar la visión de las mismas hacia otras formas de

FIGURA 5. Organización de las empresas.





trabajo, y el uso de herramientas y técnicas más sofisticadas como medio de operación de sus procesos de I+D e innovación.

En general, se observa que tres de las cuatro empresas (Silanes, Mabe y Sycsa) se encuentran organizadas con base en unidades estratégicas de negocios, adoptando un enfoque de proyectos durante el desarrollo de sus productos. No obstante, Silanes y Mabe destacan por adoptar un enfoque de trabajo más descentralizado tendiente a fomentar un ambiente creativo e innovador dentro de las mismas empresas. De hecho, ambas empresas se distinguen por contar con centros de investigación propios, en los cuales desarrollan sus productos y procesos. Cabe destacar que para todas las organizaciones tales estructuras tienen importantes repercusiones tanto en la gestión de sus actividades científicas y tecnológicas, como en los resultados obtenidos derivados de dichas actividades. Sin duda, la flexibilidad de dichas estructuras ha resultado un factor decisivo

en la creación de un ambiente favorable y facilitador del desarrollo de los procesos creativos de dichas organizaciones. Para empresas como Silanes, Mabe y Sycsa, estas estructuras se han convertido en elementos de soporte en la creación de las estrategias derivadas de la planificación (estratégica y tecnológica). No obstante, cualquier empresa debería aprender a moverse entre la flexibilidad de las estructuras —que permite el desarrollo de los procesos creativos, y por tanto la creación de conocimiento—, y la rigidez de las mismas, facilitando la gestión del conocimiento generado mediante su formalización y estandarización.

Desde el punto de vista de la gestión y la transferencia del conocimiento, aspectos como la madurez organizacional y la cultura tienen una notable influencia sobre los procesos de creación y adquisición de conocimiento científico-tecnológico (Morcillo *et al.*, 2007; Chen-Kuo *et al.*, 2008). En la medida en que dichos procesos se encuentren alineados al resto de los procesos de la organización, mayor será el

grado de efectividad de la organización en su conjunto. Según Gyeong-Min y Eun-Sook (2008), el éxito en la gestión del conocimiento es asegurado por la alineación de la infraestructura tecnológica con otros elementos de la organización, tales como la estructura organizacional, la gestión del conocimiento, los recursos humanos y los sistemas de recompensa. De esta manera las empresas construyen las bases que permitirán desarrollar sus principales actividades, facilitando u obstaculizando el acceso y el uso adecuado a los recursos de conocimiento y tecnologías disponibles.

Sistema de gestión

Otro factor que contribuye significativamente al desarrollo de la cultura y a la madurez tecnológica es el referente al sistema de gestión utilizado. De este modo, se destaca que la gestión de dichas empresas es llevada a cabo a través de tres herramientas fundamentales (usadas en diferentes grados), las cuales norman, alinean y guían el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas: el plan estratégico, el plan tecnológico y el sistema de gestión de calidad o las políticas y los procedimientos. El análisis resalta de una manera importante el uso de tales sistemas como elementos estratégicos en la dirección y gestión de tales empresas, al facilitar la orientación de sus esfuerzos científicos y tecnológicos dentro de un proceso sistémico de planeación estratégica y planeación tecnológica. No obstante, aunque todas las empresas han evolucionado desde el uso básico de los métodos y procedimientos, hasta la gestión actual basada en una cuidadosa planeación estratégica, la aplicación de dichas herramientas ha surgido más como una respuesta a diversos factores tales como: las cambiantes condiciones del mercado, la competencia, los resultados anuales, la exploración de nuevos mercados, entre otros. Aun así, es de destacar que la experiencia en sus actividades principales sigue siendo un factor determinante.

Los efectos del proceso de planeación van más allá de la gestión y el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas pues, en el ámbito de la cooperación y la TC, la forma como se relacionan y el alcance de tales actividades con otras y entre el mismo tipo de organizaciones se ven condicionados por la manera en que se realiza el proceso de planeación estratégica y planeación tecnológica. Dichas organizaciones configuran así el marco a través del cual se tomarán el resto de las decisiones. Sin embargo, desde el punto de vista del conocimiento, las empresas deben tener claros los resultados esperados derivados de dichas estrategias, pues mientras las actividades de la investigación básica por lo general se encuentran orientadas hacia un objetivo puntual (la creación de un tipo de conocimiento específico), las actividades de la investigación aplicada apuntan a una amplia gama de

objetivos estratégicos (el uso del conocimiento generado en la investigación básica centrado en la obtención de un conocimiento más práctico, por lo general orientado en la mayoría de los casos en provecho de la sociedad).

De las cuatro empresas analizadas, Silanes y Mabe cuentan con una amplia experiencia en los procesos de planeación tecnológica sobre la base de una cultura innovadora. Para estas empresas, las ventajas competitivas obtenidas han sido el resultado de los esfuerzos articulados bajo el esquema de los planes estratégicos. Si bien las características cambiantes de los mercados actuales hacen que el desarrollo de nuevos productos se vuelva un factor esencial, dichas ventajas no se restringen solamente al desarrollo y a la colocación de nuevos productos en el mercado. Por otra parte, aunque Sycsa no cuenta con un plan tecnológico, el desarrollo tecnológico y la innovación son consideradas (implícitamente) dentro de las directrices del plan estratégico; Streger cuenta con un plan de desarrollo. De esta manera se observa que la planeación estratégica ha permitido a las empresas analizadas gestionar de una mejor manera los recursos disponibles (tangibles e intangibles) a través de un proceso de planeación tecnológica.

La planeación tecnológica tiene importantes consecuencias sobre la forma como se gestionan los recursos tecnológicos de tales organizaciones y, por tanto, sobre los resultados obtenidos. Aunque se considera la gestión y optimización en el uso de los mismos, el hecho de no contar con un plan tecnológico hace que estos (recursos tecnológicos) sean considerados como una parte más de los activos de la empresa, que como recursos estratégicos en la generación de conocimiento y el desarrollo tecnológico. De hecho, el objetivo de la planeación tecnológica es generar una cartera de proyectos orientados tanto a satisfacer las expectativas de usuarios de diversos ámbitos (clientes, regulaciones gubernamentales, etc.), como a fortalecer las capacidades de las empresas en el logro de los objetivos propuestos dentro del plan estratégico, logrando con ello evolucionar y mantenerse a la vanguardia tecnológica.

Aunque el plan tecnológico permite orientar y optimizar los recursos científico-tecnológicos de las empresas hacia el logro de los objetivos planteados en el plan estratégico, la planeación tecnológica no se encuentra determinada tanto por la orientación de las actividades científicas y tecnológicas, como por las necesidades del mercado y la competencia. En este sentido, el desarrollo del plan tecnológico de las empresas más experimentadas se encuentra soportado por procesos de vigilancia tecnológica; así, dichas organizaciones realizan análisis permanentes del comportamiento y la posición de sus productos en el mercado, al igual que del entorno competitivo en el que se encuentran. Los mecanismos más sofisticados pueden

ir desde el seguimiento de productos en proyectos específicos, apuntando al desarrollo o la mejora de un nuevo producto, hasta la utilización de sistemas externos de inteligencia tecnológica.

La información resultante en forma de acciones estratégicas y tecnológicas concretas de dichas actividades de planeación determina en gran medida:

- El enfoque metodológico por aplicar con respecto a las situaciones y los problemas que se van presentando durante la gestión de las actividades científicas y tecnológicas (denominado “modelo de gestión tecnológica”), y
- El tipo y grado de complejidad de las herramientas y técnicas por utilizar con respecto a los diversos escenarios que se van presentando durante la gestión de las organizaciones anteriormente analizadas.

El objetivo fundamental de dicha planeación (estratégica y tecnológica) es la adquisición de conocimiento, a través de la generación o la importación, para su posterior aplicación. Esto caracteriza a la creación y a la transferencia del conocimiento como dos elementos críticos para dicha adquisición, los cuales suelen ser utilizados de manera conjunta.

Investigación, desarrollo e innovación

Actividades de investigación, desarrollo e innovación

Para todas las empresas analizadas, las actividades de I+D e innovación son un factor determinante de su éxito; no

obstante, la forma y el grado en que se desarrollan este tipo de actividades difiere ampliamente entre todas (cuadro 4). Este aspecto se debe en parte a la heterogeneidad existente y las estrategias elegidas por tales empresas para llevar a cabo sus actividades innovadoras. De hecho, el número y el grado de desarrollo de tales actividades reflejan en gran medida la madurez organizacional desarrollada por dichas empresas lo largo de su ciclo de vida (cuadro 3). En este sentido, Foray (1992) afirma que, en todo momento, la elección entre distintas alternativas tecnológicas que desempeñan la misma función está influida por las elecciones realizadas previamente; así, los pequeños acontecimientos históricos ocurridos al comienzo del proceso y el contenido de las primeras elecciones desempeñan un papel esencial en la evolución futura, y las elecciones anteriores determinan, no ya la próxima elección, sino la posibilidad de que sea escogida cada alternativa.

Para las empresas analizadas, estos aspectos no son los únicos que tienen una influencia sobre qué y en qué grado desarrollan sus actividades científicas y tecnológicas. El enfoque innovador elegido tiene una notable repercusión sobre la forma, la infraestructura y los recursos que son dedicados a tales actividades. De hecho, las actividades científicas y tecnológicas de Silanes y Mabe no se encuentran sustentadas por los enfoques tradicionales de la innovación (como el modelo lineal o el modelo interactivo), sino por modelos del proceso innovador más evolucionados, tales como el modelo de innovación de Roberts (1988) (los denominados modelos de cuarta generación).

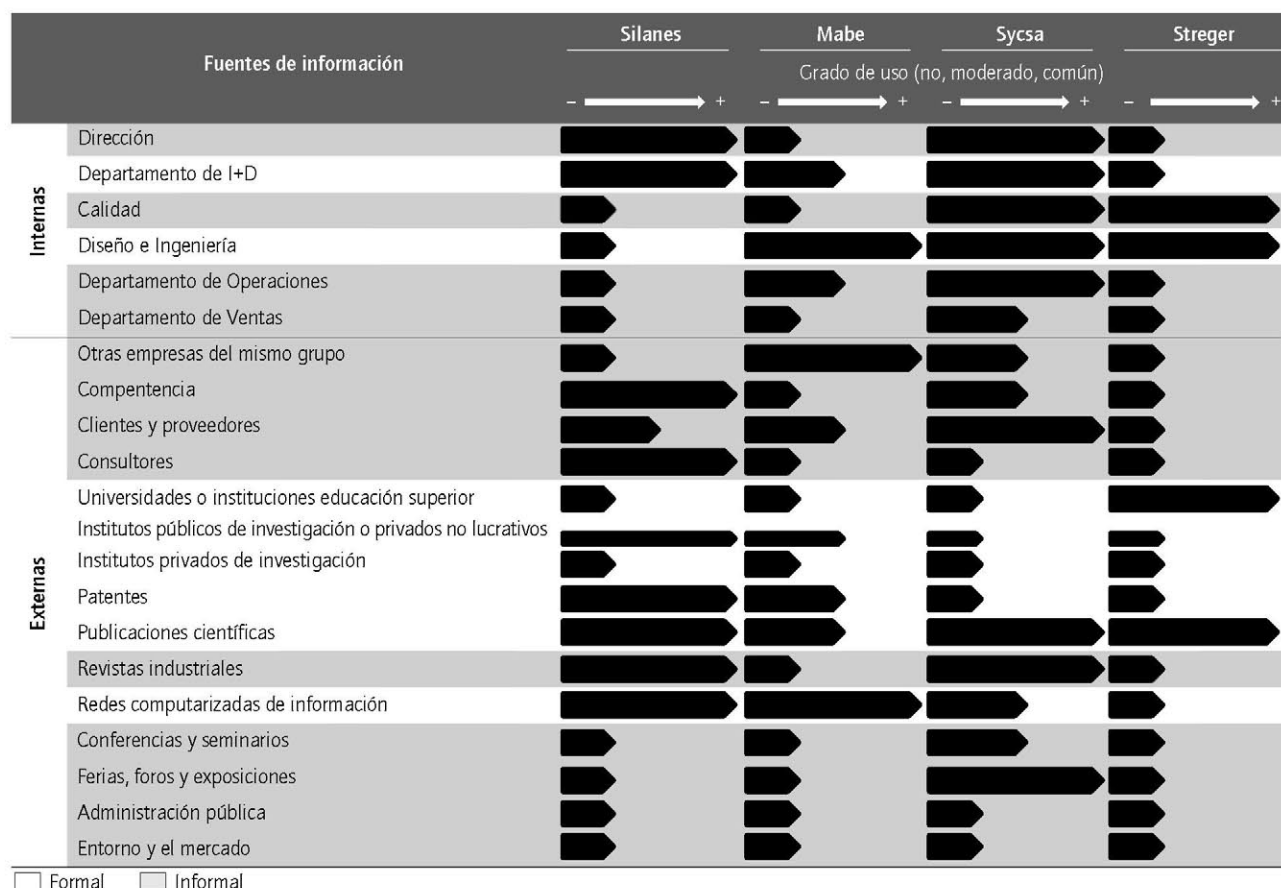
CUADRO 3. El modelo de innovación y las actividades de I+D e innovación en las empresas.

SILANES	MABE	SYCSA	STREGER
Enfoque de innovación			
4a. Generación		2a. Generación	3a. Generación
Actividades de I+D e innovación			
Investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en diferentes ámbitos.	Investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en diferentes ámbitos.	Mayormente desarrollo tecnológico e innovación de productos y de procesos.	Investigación básica, investigación aplicada, desarrollo tecnológico e innovación en diferentes ámbitos.
Sector industrial			
Farmacéutico, biotecnológico	Eléctrico, electrónico	Metalmecánico	Farmacéutico
Gastos en I+D e innovación*			
23%**	1%	2%	40%***
Recursos y resultados			
Nivel académico del personal: 5 doctorado, 2 maestría, 1 licenciatura, 1 técnico, 4 asesores externos.	Nivel académico del personal: 425 (40% ingenieros con grado de maestría y doctorado).	Nivel académico del personal: 4 con licenciatura o ingeniería.	Nivel académico del personal: 7 con licenciatura y 4 con maestría.
Producción científica: 20 publicaciones, 2 patentes y 2 marcas registradas.	Producción científica: 4 patentes anuales en promedio.	Producción científica: sus productos no cuentan con patentes.	Producción científica: una patente en trámite.

* Como porcentaje de las ventas. ** Incluye capacitación formal e informal. *** Incluye infraestructura y equipos.

Fuente: elaboración propia.

CUADRO 4. Fuentes de información para la gestión de la I+D e innovación en las empresas.



Fuente: elaboración propia.

Estos modelos destacan por incluir dentro de sus etapas o procesos otros subsistemas o variables, tales como planeación estratégica, planeación de productos, manufactura, marketing y gestión de proyectos, entre otros. Sin embargo, aquellas empresas con una madurez organizacional y sistemas de gestión menos desarrollados como Sydsa y Streger hacen un uso de enfoques innovadores más tradicionales. Desde la perspectiva del conocimiento, la realización de las diversas actividades de I+D e innovación y la intensidad con la que lo hacen se refleja no solo en los resultados sino también en la construcción de las capacidades científicas y tecnológicas de las mismas. Esto es así, porque, a diferencia de la investigación básica, la cual persigue la construcción de un conocimiento más radical, la investigación aplicada (y sus subsecuentes procesos como el desarrollo tecnológico y la innovación) persigue la aplicación de dicho conocimiento resultante en la construcción de un conocimiento más incremental.

El hecho de que las empresas analizadas desarrollen diversas actividades de I+D e innovación en diferentes grados habla de la amplia o la limitada variedad de recursos para adquirir los mismos conocimientos, facilitando además sus procesos de adquisición y aprendizaje. Esto confirma las

relaciones existentes entre el enfoque de la innovación utilizado y las actividades de I+D e innovación desarrolladas por tales organizaciones. Más aún, desde el punto de vista de la TC, dicho enfoque condiciona fuertemente las fuentes a las que se recurre cuando se realizan las actividades científicas y tecnológicas y el tipo de relaciones que se establecen.

Fuentes de información para la gestión de la investigación, desarrollo e innovación

Tradicionalmente la obtención de la información para la gestión de las actividades de I+D e innovación ha sido visualizada como el acceso a las fuentes bibliográficas; pero existen otro tipo de fuentes de información de gran relevancia para la toma de decisiones, las cuales se clasifican en: internas (I+D, ingeniería, calidad, producción, ventas), y externas (publicaciones científicas, patentes, competencia, clientes y proveedores, universidades e institutos de I+D).

En las empresas analizadas, las fuentes de información tienen como fin proporcionar conocimiento que genere innovaciones, las cuales repercutan en el desarrollo de nuevos productos y procesos (cuadro 4). En el nivel organizacional,

la innovación es sinónimo de aprendizaje tecnológico, y se manifiesta a través de la creación y aplicación de nuevos conocimientos tecnológicos en las rutinas y actividades científicas y tecnológicas de las mismas. Sobre esta base, las empresas analizadas desarrollan sus productos y servicios, y construyen sus capacidades recurriendo a diversas fuentes de información. También se destaca la gran variedad y heterogeneidad de fuentes a las que recurren y, de hecho, el proceso de búsqueda de información no es un proceso lineal ni aislado, sino más bien un proceso que se da a través de todo el proceso innovador recurriendo a diversas fuentes de manera interdisciplinaria.

El análisis identifica que aquellas características que determinan el tipo de fuente a la cual recurren las empresas analizadas se encuentra principalmente en el sector tecnológico al cual pertenecen y el tipo de productos y servicios que proporcionan. Así, empresas como Silanes, Mabe y Streger hacen un uso más constante de fuentes de información basadas en gran medida en la ciencia (*STI-mode*), mientras que empresas como Sycsa hacen un uso intermedio de tales fuentes (*STI-mode* y *DUI-mode*). No obstante, todas las empresas (salvo Streger) hacen un uso en mayor o en menor grado de ambos tipos de fuentes, lo que destaca el enfoque innovador seguido durante la realización de sus actividades científicas y tecnológicas.

Las empresas como Silanes y Mabe, que mantienen un alto nivel organizacional, cuentan con departamentos internos de información, a través de los cuales se apunta a gestionar tanto la actualización de todas las bases de datos y documentos (tales como normas, patentes, tesis, revistas, libros técnicos), como la disponibilidad de la misma información al personal de esas organizaciones. Estos departamentos procuran la integración de la información en toda la organización.

Por otra parte, si bien se podría pensar que las tecnologías de la información (TI) deberían representar un papel preponderante en la proporción de herramientas de búsqueda y recuperación de información científica para todas las organizaciones (centros de investigación y empresas), el análisis previo muestra que sólo un limitado número de organizaciones hacen uso de estas herramientas de una manera más efectiva. Más aún, la experiencia y el sector de las organizaciones desempeñan un papel más determinante que la misma tecnología en sí, tanto para obtener información científica como para crear vínculos con otras organizaciones.

Técnicas para la gestión de la I+D e innovación

A fin de coadyuvar al aprovechamiento de las diversas fuentes de información utilizadas, y como medio para mejorar

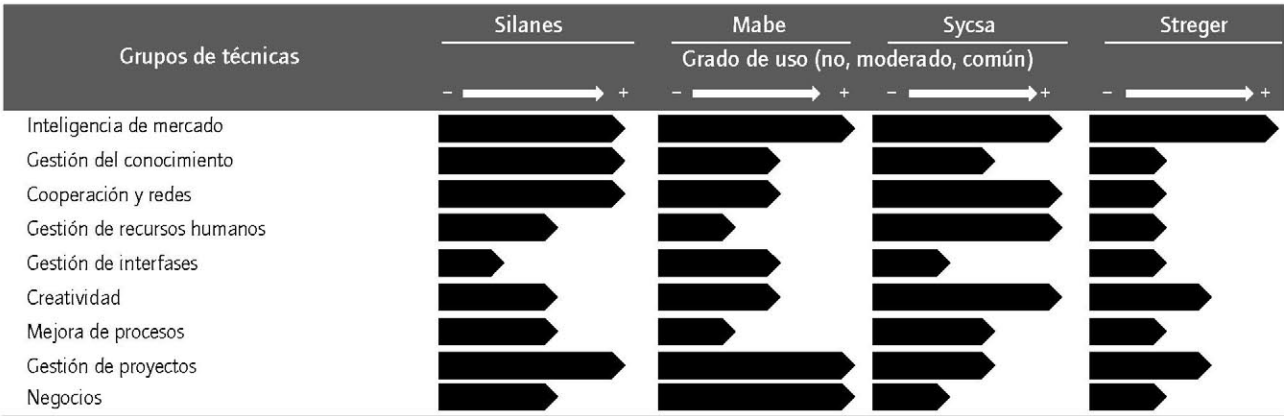
la gestión del conocimiento, dinamizar la capacidad de absorción y la gestión de las actividades de I+D e innovación, las empresas analizadas han implementado diferentes herramientas y técnicas que les permiten gestionar el conocimiento a lo largo de todo el proceso de gestión de I+D e innovación. En este sentido, se hace referencia a herramientas y técnicas clasificadas sobre la base de los principales objetivos que persiguen, la experiencia desarrollada en su gestión y el nivel de sofisticación de las mismas (Hidalgo y Albors, 2008).

Las técnicas más utilizadas son aquellas que van desde técnicas de inteligencia de mercado (las cuales podrían ser consideradas las primeras etapas del proceso de gestión de la I+D e innovación en su conjunto), hasta grupos de técnicas de gestión de proyectos y mejora de procesos (las cuales facilitan la implementación de las innovaciones desarrolladas resultantes de la gestión de las actividades científicas y tecnológicas). El análisis de la aplicación de estas herramientas y técnicas indica que tres de las cuatro empresas las utilizan ampliamente (cuadro 5), lo que se debe en parte a las mismas necesidades de dichas organizaciones, al mantener un cierto nivel competitivo con respecto del resto de las empresas, ya sea tanto al desarrollar nuevos productos y servicios como en la mejora de los ya existentes. No obstante, los resultados científicos y tecnológicos para empresas como Sycsa y Streger muestran la importante influencia del sector al que pertenecen, el tipo de productos y servicios que ofrecen, y el nivel tecnológico de la región en la cual se hallan ubicadas, como elementos favorecedores de un ambiente innovador y de fomento en el uso de este tipo de herramientas.

Se distingue la amplia experiencia desarrollada por Silanes y Mabe en el uso y la aplicación de dichas herramientas y técnicas, al igual que en el nivel de sofisticación de las mismas. Ambas empresas han visto crecer su patrimonio tecnológico como resultado de la utilización de dichas herramientas y técnicas (vigilancia y prospectiva tecnológica, mapa del conocimiento, gestión de la cadena de suministro, etc.), al actuar como facilitadores de los procesos de incorporación y asimilación tecnológica, y gestionar de una mejor manera su propiedad intelectual. La mayor parte de las empresas analizadas cuentan con áreas específicas de gestión tecnológica, las cuales se integran a lo largo de todo el proceso de desarrollo científico y tecnológico a fin de facilitar los procesos de asimilación tecnológica desde el inicio mismo de su planeación.

El objetivo final es capitalizar el conocimiento desarrollado internamente y adquirido externamente al ponerlo a disposición del personal mediante diversos medios (documentos o bases de datos, capacitación, software, etc.). No

CUADRO 5. Análisis de las técnicas para la gestión de la I+D e innovación en las empresas.



Fuente: elaboración propia.

obstante, aunque dichas técnicas son de gran utilidad para una gestión eficiente de los procesos de I+D e innovación basados en el conocimiento científico, se percibe que en general las empresas no tienen una conciencia real de los beneficios derivados de la aplicación de tales herramientas ni del alcance de las mismas. De hecho, actualmente las fuentes de información tienden a ser vistas más como parte del grupo de herramientas administrativas que como herramientas estratégicas de la gestión de la I+D e innovación y TC.

Modelos de gestión de la I+D e innovación

El éxito obtenido como resultado de la aplicación de estas herramientas se hace más evidente al observar que aquellas empresas que cuentan con un modelo de gestión tecnológica consideran de manera implícita o explícita diversas técnicas para la gestión de la I+D e innovación. Sin embargo, tales modelos no han sido el resultado de la casualidad, sino más bien de la experiencia acumulada en las prácticas de gestión tecnológica y de la madurez organizacional desarrollada por tales empresas.

Tomando como referencia el análisis comparativo, se advierte una relación existente entre los aspectos evaluados y el modelo de gestión tecnológica de cada organización. Así, es posible identificar las ventajas de contar con un modelo de gestión tecnológica, las cuales radican en el hecho de que este modelo integra diversas funciones y procesos, los cuales contribuyen a desarrollar las actividades científicas y tecnológicas más allá de los límites de las áreas y las funciones típicas de I+D e innovación, y considera los recursos y los resultados derivados de las mismas actividades científicas y tecnológicas a lo largo de todo el proceso de gestión de la tecnología.

Silanes y Mabe son ejemplos de empresas que han implementado exitosamente modelos de gestión tecnológica.

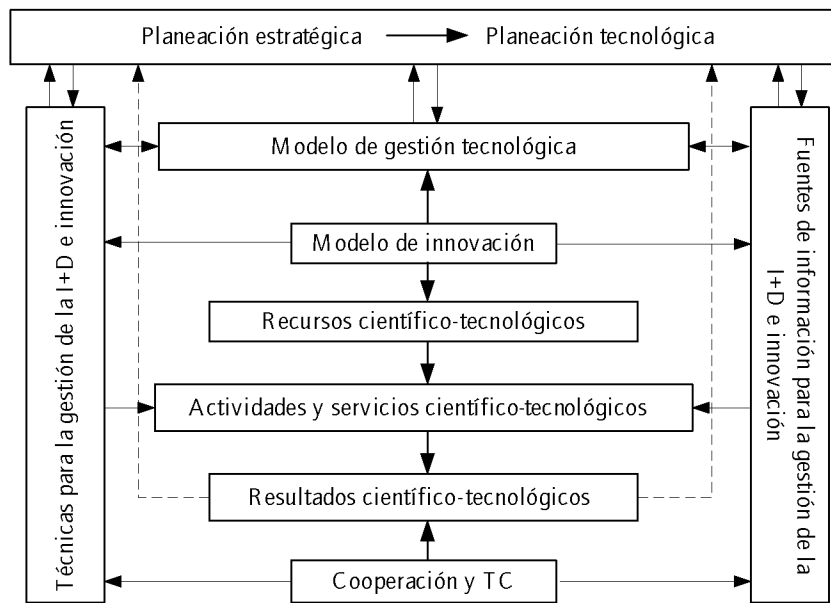
Estos modelos apuntan a integrar la vigilancia, la planeación y la protección tecnológica, con el fin de implementar los diversos procesos de innovación sobre la base de los procesos anteriormente realizados. Así, estas empresas han logrado capitalizar la experiencia y el conocimiento adquirido en el desarrollo de productos y procesos innovadores. Más aún: las ventajas competitivas obtenidas por Silanes han sido resultado de esfuerzos articulados bajo un plan estratégico basado en la constante innovación de procesos y productos, y mediante un modelo de gestión tecnológica apuntalado con un fuerte programa de vinculación academia-industria.

Para Sycsa, el modelo de gestión tecnológica desarrollado recientemente le permitirá dinamizar y capitalizar tanto el conocimiento interno como el conocimiento externo. Streger, si bien hace uso de diversas herramientas y técnicas para la gestión de la I+D e innovación, no utiliza ningún enfoque de gestión tecnológica con el fin de integrar dichas técnicas a lo largo de todo el proceso innovador. Sin embargo, cabe destacar que el éxito innovador no sólo depende de un enfoque estratégico de posicionamiento externo claro y eficaz, sino también de ser capaz de gestionar proyectos desde la idea inicial o la oportunidad, hasta el éxito comercial de los productos o servicios, o de nuevos procesos efectivos.

Transferencia de conocimiento científico-tecnológico

Las actividades de I+D e innovación no terminan solamente con una eficiente gestión a través de las fuentes de información y de las herramientas integradas en el modelo de gestión tecnológica. El proceso final de la gestión tecnológica tiene que ver con la determinación del impacto económico o social, y sobre todo con la gestión y la transferencia del conocimiento (figura 6).

FIGURA 6. Integración de la I+D e innovación y la TC.



Fuente: elaboración propia.

Vínculos con otras organizaciones

En los cambiantes entornos empresariales actuales, la lógica de la creación de valor ya no se encuentra solamente dentro de los límites de una sola empresa, sino que esta se produce en estrecha relación entre las partes. Con la creciente importancia de conjuntar los recursos de conocimiento, la gestión de la TC trascenderá los límites organizacionales (Gottschalk y Solli-Sather, 2007). Así, las razones por las cuales las empresas se deciden a recurrir a dichos vínculos y mecanismos de cooperación y TC suelen ser diversos, de diversas índoles, y pueden darse en cualquier etapa de los proyectos en cuestión, pudiendo ser desde la búsqueda de soluciones a problemas específicos, la asistencia puntual, la capacitación para el dominio de cierta tecnología, la mejora y el desarrollo de nuevos productos, hasta la exploración de nuevo conocimiento por incorporar en los mismos productos.

El análisis comparativo destaca que todas las empresas cuentan con experiencia realizando procesos de TC en diferentes grados. El ámbito de la cooperación y la TC de las empresas se encuentra delimitado a mantener dichos vínculos en mayor grado con centros de investigación y, en menor grado, para el caso de Sydsa, con otras empresas. Esto confirma la taxonomía desarrollada por Pavitt (1984), que representa las diferencias entre sectores específicos en relación con las características particulares de los procesos innovadores. Tales diferencias se observan en la forma mediante la cual fluye el conocimiento (las actividades de I+D e innovación).

Para lograr tales vínculos, Silanes creó el Instituto Bioclon con la decisión estratégica de explorar nuevos mercados de productos biotecnológicos y el desarrollo de nueva tecnología para el mismo laboratorio, gracias a la cooperación con otras organizaciones (centros de investigación y empresas). Silanes celebra y renueva diversos convenios de colaboración con centros e institutos de investigación de alto nivel, tales como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav-IPN), entre otros, con los cuales se mantienen activos más de 50 proyectos de investigación. De hecho, sostienen acuerdos de colaboración con empresas e instituciones de investigación en otros países, como Estados Unidos, Colombia, Venezuela, Perú, Argentina, Turquía, Sudáfrica, Francia, Senegal y Australia. De manera similar, Mabe cuenta con dos departamentos denominados Alianzas Estratégicas y Enlace Tecnológico, los cuales asisten a dichas tareas de cooperación y TC. El grupo de especialistas en innovación trabaja muy de cerca con otros centros de investigación y universidades, como la UNAM, el Tecnológico de Monterrey, la Universidad Autónoma de Querétaro, el Centro de Investigación de Productos Electrónicos, Cidesi, y el Centro de Investigación de Alta Tecnología, Ciatec. De igual manera, busca dicha colaboración y TC a través de otro tipo de organizaciones, como empresas de creación de tecnología y los mismos proveedores, a los cuales se les considera socios tecnológicos. Lo anterior lleva a concluir que estas empresas se encuentran mejor preparadas y más dispuestas a crear relaciones más

formales, al contar con infraestructura científica y tecnológica más desarrollada y personal mejor capacitado, diferenciándose así de empresas como Sycsa y Streger, las cuales crean su conocimiento a través de relaciones informales que mejoran la especialización de las mismas gracias al intercambio extenso de conocimiento. De hecho, en Sycsa, las actividades de cooperación y TC, por ser de reciente creación, se encuentran limitadas al ámbito de la vinculación universitaria, mientras que en Streger la cooperación y la TC se han limitado al ámbito de los centros de investigación privados.

Mecanismos de cooperación y TC

Pese a que todas las empresas analizadas realizan vínculos para las actividades de TC con otras organizaciones en diferentes grados de intensidad, dichos procesos de TC no se encuentran sostenidos solamente por la creación de tales relaciones, pues los diversos mecanismos utilizados para desarrollar estos procesos suelen ejercer una gran influencia. La efectividad de tales mecanismos estará condicionada por el alcance de los acuerdos de vinculación realizados. Consecuentemente, cuando se profundiza en el nivel de las relaciones desarrolladas por las empresas

analizadas, se observa que si bien la mayoría hacen uso de los cinco tipos de mecanismos (flujos de graduados, consultoría y proyectos, movilidad, compra-venta de propiedad intelectual y *spin-off*), la intensidad con la que son aplicados difiere ampliamente tanto entre los mismos mecanismos como entre las empresas (cuadro 6).

En relación con el primer mecanismo, las empresas analizadas han contribuido de una manera notable a la formación de profesionales e investigadores, al proveer entornos de aprendizaje a estudiantes graduados y de posgrado, ejerciendo además de espacios de enlace entre el entorno académico y el entorno productivo. Empresas como Silanes y Mabe mantienen programas de cooperación con diversas instituciones académicas (nacionales e internacionales), a través de los cuales se promueve la formación y el desarrollo del talento, al involucrar a los estudiantes en la problemática industrial, contribuyendo además en el fomento de la definición de nuevos programas de posgrado, los cuales implican una capacitación dirigida a procesos productivos específicos y reales. Sycsa, por su parte, cuenta con un programa permanente de gestión del conocimiento con las universidades mediante la plataforma e-learning (residencias virtuales), además

CUADRO 6. Análisis de los mecanismos de cooperación y TC en las empresas.

Medios	Silanes	Mabe	Tellería	Streger
	Intensidad de la transferencia de conocimiento			
	- —————> +	- —————> +	- —————> +	- —————> +
Fujo de graduados				
Tesis de grado	██████████	██████████	██████████	██████████
Prácticas / servicios sociales	██████████	██████████	██████████	██████████
Consultoría y proyectos				
Proyectos de innovación tecnológica	██████████	██████████	██████████	██████████
Proyectos conjuntos o específicos	██████████	██████████	██████████	██████████
Proyectos de I+D	██████████	██████████	██████████	██████████
Consultoría académica	██████████	██████████	██████████	██████████
Movilidad de profesores o investigadores				
Proyectos de innovación	██████████	██████████	██████████	██████████
Proyectos de capacitación	██████████	██████████	██████████	██████████
Proyectos de I+D	██████████	██████████	██████████	██████████
Contratados	██████████	██████████	██████████	██████████
Compra / Venta				
Licencias	██████████	██████████	██████████	██████████
Patentes	██████████	██████████	██████████	██████████
Derechos de propiedad	██████████	██████████	██████████	██████████
Creación de empresas de base tecnológica				
Empresas derivadas o conjuntas	██████████	██████████	██████████	██████████
Incubadoras de empresas (<i>spin-off</i>)	██████████	██████████	██████████	██████████

Fuente: elaboración propia.

de contar con una asignatura universitaria que se imparte dentro de la misma empresa como parte del programa formativo de la misma universidad.

Con respecto a los procesos de cooperación y TC desarrollados a través de la consultoría y los proyectos de I+D e innovación, se observa que la mayor parte de las empresas cuentan con una amplia experiencia desarrollando dichos procesos. De las empresas analizadas predominan Silanes y Mabe, por ser organizaciones pioneras dentro de su sector, al asumir el reto y desarrollar dicha dinámica desde el inicio, debido, en gran medida, a la escasa cultura de la cooperación y TC, y al mantener dicha colaboración en estrechos vínculos con otros centros de investigación y universidades. Tales empresas destacan de una manera considerable al mantener el mayor número de acuerdos de colaboración realizados con centros de investigación. Esta interacción, además, les ha permitido colocarse en la frontera del conocimiento y, al mismo tiempo, estimular la formación de recursos humanos de alto nivel. Streger utiliza comúnmente dichos mecanismos en diferentes grados de aplicación. Otro tipo de colaboraciones son las que se establecen con las empresas de desarrollo de tecnología y proveedores a los que se les considera socios tecnológicos.

Si bien el aspecto de la movilidad de profesores investigadores como medio de cooperación y TC es una actividad no prioritaria para la mayoría de las empresas analizadas, sobresale la sinergia creada entre esta actividad y los proyectos de I+D e innovación llevados a cabo por Silanes. Esto se verifica al observar la importante movilidad de personal investigador que mantienen en sus diferentes rubros, mediante el fomento de la movilidad de su personal investigador y el desarrollo anual de reuniones internacionales de expertos en colaboración con otros centros de investigación como la UNAM. Dicha situación, aparte de permitir la divulgación de los resultados científicos y tecnológicos, posibilita la creación de vínculos importantes y facilita la obtención de información clave no divulgada en las fuentes de información comunes.

Las actividades de compra de licencias, patentes y derechos de propiedad son actividades que tienen un peso menor, si se compara con el desarrollo tecnológico propio. En este sentido, Mabe apunta a que el conocimiento de los socios tecnológicos se consolida en nuevos y mejores productos a través de la generación de patentes y desarrollo tecnológico propio; igualmente, manteniendo los mismos procesos de cooperación y TC mediante el pago de regalías. Por último, la creación de empresas de base tecnológica no es una actividad que comúnmente sea desarrollada por todas las empresas analizadas. No obstante, el caso del Instituto Bioclon de Silanes y el Centro

de Desarrollo Tecnológico Romualdo Tellería Armendáriz (CDTRTA) en Sycsa son dos ejemplos de empresas de base tecnológica creadas en respuesta a una necesidad específica del mercado.

Estructuras de apoyo a la cooperación y la TC

Una limitación importante para la realización de las actividades científicas y tecnológicas a través de dichos mecanismos tiene que ver con la disponibilidad de estructuras de apoyo a la cooperación y TC. En realidad no existen o son muy escasas en México, pues las estructuras de apoyo más recurridas por las organizaciones analizadas se dan en el ámbito de las estructuras pertenecientes a las mismas organizaciones (otras unidades ubicadas en diferentes regiones), o de organizaciones asociadas a ciertas redes de cooperación y redes de expertos (Silanes y Mabe). Las asociaciones industriales son otras de las estructuras que utilizan; sin embargo, todas las organizaciones coinciden en que la estructura a la cual recurren mayormente es al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Motivaciones para la investigación, desarrollo, innovación y TC

Impactos y beneficios

Del análisis realizado se deriva que todas las relaciones existentes entre los aspectos evaluados se encuentran en gran medida influidas por una serie de motivaciones, las cuales han facilitado o entorpecido el desarrollo de las actividades científicas y tecnológicas sobre la base de los procesos de cooperación y TC.

Para las empresas analizadas, los beneficios derivados de las actividades de I+D e innovación y su interacción con otras organizaciones son aquellos que hacen referencia principalmente al desarrollo y mejora de los productos y los procesos. Si bien los resultados científico-tecnológicos son importantes, los principales impactos provienen de capitalizar dicho conocimiento adquirido externamente mediante la creación de capacidad interna, productos nuevos e innovadores, y la mejora de los procesos mediante la solución de problemas y la reducción de costes.

Retos y obstáculos

De los obstáculos derivados de las actividades de I+D e innovación y su interacción con otras organizaciones, las empresas destacan en mayor grado aquellos que hacen referencia a la escasa cultura y la errónea percepción con respecto a las actividades de I+D e innovación en ambos

sentidos. Más aún, se considera que no existe una verdadera empatía entre las empresas y las instituciones científicas desde el punto de vista cultural, institucional, regulatorio y legal.

En las empresas mexicanas se advierte que la mayoría de los proyectos de I+D e innovación desarrollados por las mismas son de bajo contenido tecnológico, por lo que suelen ser escasas las facilidades para entablar vínculos de comunicación entre los centros de investigación y las empresas. No obstante, las empresas afirman que la administración y las instituciones públicas en México ofrecen un limitado apoyo, soporte y ventajas a las empresas que intentan emprender actividades de I+D e innovación. La excesiva burocracia con respecto a la obtención de financiamiento a la I+D e innovación tiende a desalentar el intento de las empresas por emprender actividades científicas y tecnológicas. De hecho, la misma legislación universitaria suele ser uno de los mayores impedimentos para trasladar los resultados científicos al ámbito empresarial, por lo que la rigidez de las estructuras educativas y de los centros de investigación limita los procesos de cooperación y TC.

Conclusiones

El análisis comparativo muestra que, aunque todas las empresas evaluadas cuentan con experiencia en el desarrollo de procesos de cooperación y TC, los resultados revelan que solo dos de las empresas han sido exitosas en los procesos de TC, además de desarrollar esta dinámica de cooperación y TC (como pioneras en su sector y de manera aislada). En cuanto a los mecanismos, se desconoce el alcance y las limitaciones de cada uno, percibiéndose en general que las empresas desconocen las condiciones e implicaciones de usar tales mecanismos. Esta situación tiene importantes efectos en los procesos de adquisición y generación de conocimiento, pues dependiendo del mecanismo utilizado, será el tipo y la intensidad del conocimiento transferido y el tipo de aprendizaje desarrollado.

Los resultados obtenidos revelan la necesidad de mejorar los procesos cooperativos y de TC, en relación con las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por las empresas.

Tales debilidades no están limitadas solamente a las empresas analizadas, pues también alcanzan a los centros de investigación y aun a las administraciones públicas. Por consiguiente, el entendimiento en el uso de tales mecanismos de TC, tanto por los centros de investigación como por las administraciones públicas, permitirá la reorientación de las actividades de I+D en dichos centros hacia las necesidades tecnológicas de las empresas, ampliando al

mismo tiempo la participación de las mismas en las actividades productivas, y afectar la creación de nuevas políticas y la reorientación de los programas actuales de I+D e innovación, posibilitando, simultáneamente, la alineación de los recursos disponibles para las actividades de I+D e innovación y TC, con el objetivo de alcanzar los resultados establecidos.

Aunque la mayoría de las empresas desarrollan sus actividades de I+D e innovación en diferentes grados de intensidad, el análisis muestra la existencia de una estrecha relación entre todos los factores planteados en el estudio. De hecho, la implementación exitosa de todos los mecanismos de TC se encuentra en gran medida determinada por cuatro factores fundamentales: planeación estratégica y el consecuente plan tecnológico, el enfoque innovador, las técnicas y herramientas para la gestión de la I+D y el modelo de gestión tecnológica. En este sentido, si bien es cierto que el perfil de las organizaciones (antigüedad, origen, sector, etc.) es un importante condicionante para el desarrollo tanto de las actividades de I+D e innovación como de TC, gran parte de estas limitantes encuentran sus raíces en lo que se desea obtener (conocimiento traducido en nuevas teorías, prácticas, productos, procesos, etc.) con respecto al desconocimiento y alcance de las actividades y de las herramientas aplicadas para obtenerlo, y los mecanismos de cooperación y TC utilizados para absorber externamente (o transferir internamente) dicho conocimiento.

El principal aprendizaje para México se encuentra enfocado en el reconocimiento de la necesidad de formalizar las actividades de I+D dentro de la empresa, la necesidad de mejorar los procesos de TC con un enfoque en las actividades científicas y tecnológicas desarrolladas por las empresas, y el reconocimiento de dichos procesos de TC como fuentes de información (más allá de las actividades de marketing) para el desarrollo de nuevos productos y la mejora de procesos. Más aún, se enfatiza tanto la necesidad de gestionar las actividades de I+D e innovación más allá de los departamentos de I+D, alineando a estas las fuentes de información, las técnicas y los mecanismos de cooperación y TC, como la de reconocer los diversos mecanismos de cooperación y TC como elementos clave de los procesos de I+D e innovación. Por tanto, todas las empresas deberían realizar ciertos cambios con el fin de analizar y determinar su perfil tecnológico, apuntando a alinear y balancear los recursos disponibles y los impactos deseados a las actividades y fuentes de información científica y tecnológica, y evaluar los mecanismos de TC por utilizar sobre la base de los objetivos, las estrategias y las capacidades de las mismas empresas, a fin de aumentar la efectividad de sus procesos de transferencia de conocimiento.

Referencias bibliográficas

- Al-Agtash, S., & Al-Fahoum, A. (2008). An innovative model for university-industry partnership. *International Journal of Innovation & Learning*, 5(5), 512-532.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer & public policy: A review of research & theory. *Research Policy*, 29(4-5), 627-655.
- Casalet, M., y Casas, R. (1997). *Un diagnóstico sobre la vinculación universidad-empresa*. Mexico: Conacyt-Anuies.
- Chen-Kuo L., Bertram T., & Jun-Zhi C. (2008). The impact of organisational culture & learning on innovation performance. *International Journal of Innovation & Learning*, 5(4), 413-428.
- Cobbenhagen, J. (2000). *Successful Innovation: Towards a New Theory for the Management of Small & Medium-sized Enterprises*. London: Edward Elgar Publishing.
- Cohen, W., Nelson, R., & Walsh, J. (2002). Links & impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1-23.
- Conacyt. (2001). *Encuesta Nacional de Innovación 2001*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Conacyt. (2006). *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2006*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Conacyt. (2007). *Informe general del estado de la ciencia y la tecnología 2007*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.
- Dawson, P. (1997). In at the deep end: conducting process research on organizational change. *Scandinavian Journal of Management*, 13(4), 389-405.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (1997). *Universities & the Global Knowledge Economy. A Triple Helix of university-industry-government relations*. London: Printer.
- Feldman, M. P., & Bercovitz, J. (2006). Entrepreneurial universities & technology transfer: a conceptual framework for understanding knowledge-based economic development. *Journal of Technology Transfer*, 31, 175-188.
- Fisher, M. (2001). Innovation, knowledge creation & systems of innovation. *The Annals of Regional Science*, 35(2), 199-216.
- Foray, D. (1992). Propiedades dinámicas de la difusión y efecto de irreversibilidad. En Gómez Uranga, M., Sánchez Padrón, M. y de la Puerta, E. (Eds.). *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio* (pp. 171-209). Barcelona: Icaria.
- Gottschalk, P., & Solli-Sather, H. (2007). Knowledge transfer in IT outsourcing relationships: three international case studies. *International Journal of Innovation & Learning*, 4(2), 103-111.
- Gulbrandsen, M., & Slipersæter, S. (2007). The Third Mission & the Entrepreneurial University Model. En Bonaccorsi, A., & Daraio, C. (Eds.). *Universities & Strategic Knowledge Creation. Specialization & Performance in Europe*. Oslo: Norsk Publikasjoner.
- Gyeung-Min K., & Eun-Sook, K. (2008). Architectural features of knowledge management success organizations. *International Journal of Innovation & Learning*, 5(6), 617-632.
- Hidalgo, A. y León, G. (2006). La importancia del conocimiento científico en el proceso innovador. *Revista Sistema Madi+d*, 17, 7-20.
- Hidalgo, A., & Albors, J. (2008). Innovation management techniques & tools: a review from theory & practice. *R&D Management*, 38(2), 113-128.
- IMPI. (2007). IMPI en cifras 2007. Technical report, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Dirección Divisional de Promoción y Servicios de Información Tecnológica, México.
- Inegi (2004). *Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos 2004*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.
- Kess, P., Phusavat, K., & Takala, J. (2008). Managing external knowledge: framework for organisational life cycles. *International Journal of Innovation & Learning*, 5(3), 255-265.
- Link, A. N., & Siegel, D. S. (2005). University-based technology initiatives. *Research Policy*, 34(3), 253-257.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of innovation: towards a theory of innovation & interactive learning*. London: Pinter Publishers.
- Montesinos, P., Carot, J. M., Martínez, J. M., & Mora, F. (2008). Third mission ranking for world class universities: beyond teaching & research. *Higher Education in Europe*, 33(2-3), 259-271.
- Morcillo, P., Rodríguez-Antón, J. M., & Rubio, L. (2007). Corporate culture & innovation: in search of the perfect relationship. *International Journal of Innovation & Learning*, 4(6), 547-570.
- Nadler, D. A., y Tushman, M. L. (1999). *El diseño de la organización como arma competitiva. El poder de la arquitectura organizacional*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. (1993). *National Systems of innovation: A comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Numprasertchai, S., Kanchanasanpetch, P., & Numprasertchai, H. (2009). Knowledge creation & innovation capability in the public university. *International Journal of Innovation & Learning*, 6(5), 568-580.
- O'Sullivan, D., Mulligan, D., & Dooley, L. (2007). Collaborative information system for university-based research institutes. *International Journal of Innovation & Learning*, 4(3), 308-322.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy & a theory. *Research Policy*, 13(6), 343-373.
- Roberts, E. D. (1988). What we have learned - Managing invention & innovation. *Research Technology Management*, 1, 11-29.
- Rodríguez, G., Gil, J. y García, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga, España; Ediciones Aljibe.
- Ryhammar, L., & Smith, G. (1999). Creative & other personality functions as defined by percept-genetic techniques & their relation to organizational conditions. *Creativity Research Journal*, 12(4), 277-286.
- Santoro, M., & Chakrabarti, A. (2002). Firm size and technology centrality in industry-university interactions. *Research Policy*, 31, 1163-1180.
- Schartinger, D., Schibany, A., & Gassler, H. (2001). Interactive relations between universities & firms: Empirical evidence for Austria. *Journal of Technology Transfer*, 26(3), 255-268.
- Tang, F., Mu, J., & McLachlan, D. L. (2010). Disseminative capacity, organizational structure & knowledge transfer. *Expert Systems with Applications*, 37(2), 1586-1593.
- Worley, J., & Doolen, T. (2006). The role of communication & management support in a lean manufacturing implementation. *Management Decision*, 44(2), 228-245.
- Yin, R. (1994). *Case study research: Design & Methods*. USA: Sage Publishing.